

# 西坞口锰及铜锡多金属矿区地球物理化学特征及找矿研究

温小荣

(安徽省地质矿产勘查局 322 地质队)

**摘 要** 西坞口锰及铜锡多金属矿区地形切割剧烈,传统的电法勘探难以取得找矿效果,因此,寻找有效的找矿手段是该区域找矿工作取得突破的关键。结合区内磁异常和地球化学特征,分析区内成矿有利构造,进而达到找矿的目的。区内只有花岗闪长岩具有磁性,根据高精度磁测结果显示,磁异常分布基本反映了区内花岗岩体及含矿构造的走向分布。根据地球化学 Hs1 号综合异常带各元素分布特征,各元素异常具有明显的定向排列特性,其定向排列性与区内主要断层 F2 的方向基本一致。通过高精度磁测结合地球化学元素分析结果显示,在区内寻找铜锡矿具有显著效果。

**关键词** 地质找矿 锰及铜锡多金属矿区 高精度磁测 地球化学

DOI:10.3969/j.issn.1674-6082.2024.07.015

## Geophysicochemical Characteristics and Prospecting of Manganese and Copper-tin Polymetallic Mining Area in Xiwukou

WEN Xiaorong

(322 Geological Team of Anhui Provincial Bureau of Geology and Mineral Exploration)

**Abstract** The topography of Xiwukou manganese and copper-tin polymetallic mining area is severely cut, and the traditional electrical prospecting method is difficult to obtain prospecting results. Therefore, finding effective prospecting means is the key to make a breakthrough in this area. Combined with the magnetic anomaly and geochemical characteristics of the area, the favorable ore-forming structures in the area are analyzed to achieve the purpose of prospecting. Only granodiorite has magnetic properties in the area. According to the high-precision magnetic survey results, the distribution of magnetic anomalies basically reflects the strike distribution of granite mass and ore-bearing structures in the area. According to the distribution characteristics of elements in the comprehensive anomaly zone of geochemical Hs1, each element anomaly has obvious directional arrangement characteristics, and its directional arrangement is basically consistent with the direction of the main fault F2 in the area. The results of high-precision magnetic survey combine with geochemical element analysis show that it is of remarkable effect to search for copper tin deposits in the area.

**Keywords** geological prospecting, manganese and copper-tin polymetallic mining area, high-precision magnetic survey, geophysicochemical characteristics

西坞口锰及铜锡多金属矿区位于皖南山区,天目山脉横亘南部,黄山余脉自西北延伸境内,地势北东高,南西较低,为中低山地形,一般海拔在 300 m 以上,最高峰海拔标高为 728.5 m,沟谷较低,海拔为 160~260 m,地形切割深度一般 200~400 m。区内河流欠发育,大多为山谷河流及小溪,流向南东。区内

地形切割较剧烈,传统的电法勘探在该区难以取得较好的找矿效果。

通过前人对西坞口锰及铜锡多金属矿勘查、研究的基础上,通过高精度磁测、地球化学测量工作,提出该区锰及铜锡矿的找矿方向,并为该区锰及铜锡多金属矿的后续勘查工作提供借鉴。

温小荣(1985—),男,工程师,243000 安徽省马鞍山市。

## 1 地质背景

### 1.1 区域地质

区域地层处于江南古陆北侧,地层区划属于扬子地层区江南地层分区。本区主要出露有南华系、震旦纪、寒武纪、奥陶纪、志留纪和白垩纪地层,其中以南华纪、奥陶纪、志留纪层最发育,白垩纪地层分布较少,现代沟谷部分地段分布有第四纪松散堆积物。

区内岩浆岩不甚发育,多为侵入活动。该区岩浆活动主要集中在燕山期,以强烈的中酸性—酸性岩浆侵入为主,形成以大型复式花岗岩岩基为特点。本区岩体多为隐伏岩体,地表出露较少见,且主要受北东—北北东向断裂、深大断裂带及其派生断裂控制,各岩体均呈北东向展布,伴随断裂—岩浆活动,形成了区内很多重要的钨、铜、铅、锌、金、银等多金属矿床(点)和非金属矿产。区内仅见有小的侵入岩岩脉,其岩性以中酸性为主,主要为花岗斑岩脉。

### 1.2 矿区地质

矿区地层属扬子地层区江南地层分区,出露地层主要为南华系下统休宁组、南华系上统南沱组、震旦系下统蓝田组及震旦系上统皮园村组,有工业价值的铁锰矿层(体)均赋存于蓝田组底部与南沱组的接触界面上。钨锡等多金属矿层(体)主要呈脉状赋存在南沱组及休宁组中。地层总体呈北东向、近东西向展布,局部因后期断裂构造或褶皱构造影响,地层的展布方向变化较大<sup>[1]</sup>。

### 1.3 矿化特征

区内矿脉发育,根据其产出空间分布位置,由东南往西北共圈出 4 个钨、锡、铜等多金属矿化带,即 I、II、III、IV 号带。同时在矿区竹棵地区圈出一铅锌矿化(破碎)带。I 号矿化带以铜锡等多金属矿化为主,II、III 号矿化带以钨锡矿化为主,IV 号矿化带的花岗斑岩脉以锡矿化为主。

## 2 高精度磁测

### 2.1 岩矿石物性参数

矿区内主要岩(矿)石物性根据资料收集获得<sup>[2]</sup>,工作区岩石物性特征统计见表 1。

从表 1 可以看出,区内只有花岗闪长岩具有磁性,花岗岩无磁性且为低密度,区内采集的所有岩石标本平均密度为  $2.627 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。灰岩密度最高,花岗岩密度偏低,花岗闪长岩、火山碎屑沉积岩、板岩等密度中等偏上,泥岩、页岩及中细粒碎屑岩等密度也较低。

因此,引起本区磁高异常的主要磁源为花岗闪长岩类岩体,引起区域重力低的异常源为区内隐伏

表 1 工作区岩矿石物性参数

岩类	密度 $\rho/(\text{kg/m}^3)$	磁化率 $k$ $/(4\pi \times 10^{-6} \text{ SI})$	剩磁 $J_r$ $/( \times 10^{-3} \text{ A/m})$
细碎屑岩	$2.62 \times 10^3$	0	0
中碎屑岩	$2.56 \times 10^3$	0	0
火山碎屑沉积岩	$2.69 \times 10^3$	0	0
页岩	$2.61 \times 10^3$	0	0
泥岩	$2.55 \times 10^3$	0	0
石灰岩	$2.71 \times 10^3$	0	0
板岩	$2.66 \times 10^3$	0	0
花岗岩	$2.57 \times 10^3$	0	0
花岗闪长岩	$2.67 \times 10^3$	3 142	189

的花岗岩体,局部重力高可能由石灰岩类引起。

### 2.2 磁异常特征

通过高精度磁测,区内大致发现了 4 个磁异常 M1, M2, M3, M4, 位于西坞口村及西坞口村往北 1 km 范围内(图 1),异常区面积约  $2.83 \text{ km}^2$ ,磁异常总体显示为正磁异常环抱负磁异常形态特征。正磁异常部位所处地势较高,负磁异常区均在地势较低的部位<sup>[3-5]</sup>。

(1) M1 磁异常为一条北东走向的 50 nT 左右的异常带,宽约 100 m,长约 300 m,该磁异常带与 II 号矿带北东端具有良好的吻合关系,而与 II 号矿带南西端对应较差,其主要原因是 II 号矿带的北东端地势较高(海拔 400 m 以上),受外围负磁异常影响较小;而南西端地势较低(海拔 300 m 以下),受周围负磁异常影响较大,加之异常本身较弱,致使 II 号矿带南西端无正磁异常出现。该异常带主要由 II 号矿带内弱磁性蚀变岩石引起。

(2) M2 磁异常由 2 个较弱的局部异常组成,异常值 150~200 nT,圈出 25 nT 等值线面积约  $0.166 \text{ km}^2$ ,2 个异常中心连线为北东向。M2 异常呈近圆状,异常范围内有花岗斑岩出露,该异常主要由花岗斑岩体引起。IV 号矿带内有数条断续分布的花岗斑岩脉出露,该矿带中的矿脉主要产于花岗斑岩中,因此该磁异常对寻找花斑岩体具有一定指示作用。

(3) M3 磁异常为西坞口测区内最高的 2 个局部磁异常(300 nT 以上),分布在 I 号矿带的南东部,异常最高值 1 000 nT。2 个异常北侧均有负磁异常与之相伴,在地形高程上正磁异常在处在高位,负磁异常处在低位,按正常地磁场判断,负磁异常被放大,从正负磁异常中心距离(约 150 m)推测磁性体埋深较浅。异常区地层为兰田组下段砂岩,该砂岩磁性较弱,不会引起磁异常;异常区地表可见数条石英闪长玢岩脉,且脉体附近有磁黄铁矿化石英岩,该磁黄铁矿化石磁磁性较强,推测 2 个磁异常为磁黄铁矿化石和岩脉共同引起。

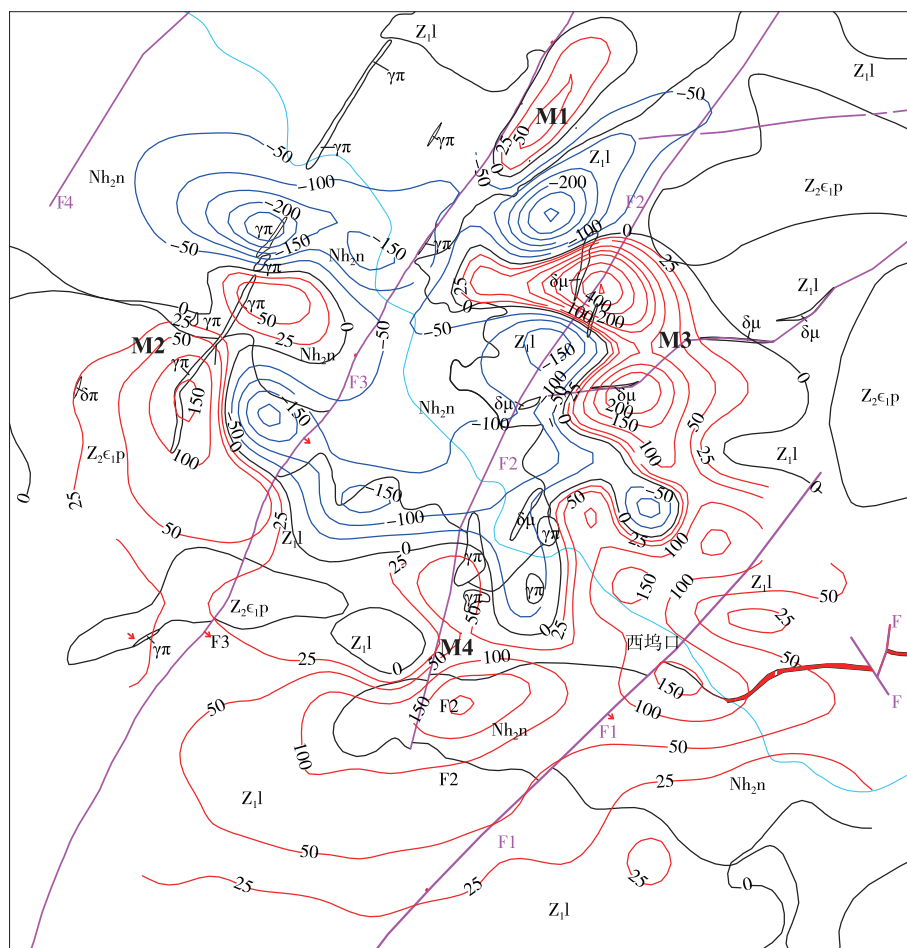


图1 磁异常等值线

Q—第四系;  $\epsilon_{0.1n}$ —西阳山组;  $Z_2\epsilon_{1p}$ —皮园村组;  $Z_{1l}$ —蓝田组;  $Nh_{2n}$ —南沱组;  $Nh_{1n}$ —休宁组;  $\gamma\pi$ —花岗斑岩;  
 $\delta\mu$ —闪长玢岩; —地质界线; —构造线; —25—磁异常等值线; M1—磁异常编号

(4)M4磁异常位于本次磁测工作范围内,该异常由多个局部峰值约150 nT的局部异常组成,异常整体比较散乱。对该异常化极向上延拓100 m后,磁异常25 nT等值线面积约0.53 km<sup>2</sup>,异常趋于等轴状。该异常区内见花岗斑岩出露,推测异常为花岗斑岩体引起。

### 3 地球化学元素分析

#### 3.1 测区元素数据分析

对测区内的1:1万土壤测量采集的样品元素含量数据进行地球化学参数统计<sup>[6]</sup>,列出区内未经剔除和逐步剔除离群数据的土壤样品地球化学参数(表2)。

#### 3.2 化探异常特征及解释

1:1万土壤测量圈出Sn-Cu-W-Pb-Zn-Bi元素综合异常(图2),通过对该综合异常的元素异常特征和元素共生组合特征的研究,结合对成矿地质条件和矿产的空间分布特点的分析,划分了一处重要的综合异常带——Hs1号综合异常带。

Hs1号综合异常带分布于西坞口西侧一带,由1条北东向的综合异常组成,面积约1km<sup>2</sup>,出露地层主

要为震旦系上统兰田组及南华系南沱组,长约1.2 km,呈条带状沿北东向延伸,最宽约1.1 km,异常元素组合为Sn、Cu、W、Pb、Zn、Bi。元素异常浓集中心明显,分带清晰,具外、中、内3个浓度带。异常元素套合较好,各元素最高含量分别为 $320 \times 10^{-6}$ 、 $598.7 \times 10^{-6}$ 、 $109.1 \times 10^{-6}$ 、 $95 \times 10^{-6}$ 、 $320 \times 10^{-6}$ 、 $93.3 \times 10^{-6}$ 。

Hs1号综合异常带各元素异常含量高于同组地层的其他地区,具有明显定向排列的特性,其定向排列性与区内主要断层F2的方向是一致的,且与该区存在的北东向的背斜有关,此处是寻找铜锡矿的重要地段。

#### 3.3 异常验证

通过高精度磁法测量圈定了磁异常4处,土壤测量圈定综合异常1处。通过钻探深部验证,于ZK1902孔发现一黑钨矿脉,ZK3103孔见一层脉状铜矿体、一层工业品位锡矿体及一层低品位锡矿体。所施工的3个钻孔深部的花岗斑岩中均见到了厚度不等的铷矿体,其中ZK2503部分样品达到工业品位。圈出了14个矿体,并估算了资源量,高精度磁测和地球化学在西坞口锰及铜锡多金属矿中起到了良好的

表 2 测区内土壤各元素地球化学参数统计

元素	原始数据的地球化学参数						剔除特征值后地球化学参数			
	最大值/( $\times 10^{-6}$ )	最小值/( $\times 10^{-6}$ )	平均值/( $\times 10^{-6}$ )	标准离差	变异系数	样本数/个	背景值	标准离差	变异系数	样本数/个
As	566.05	0.70	18.92	30.90	1.63	2 759	14.10	11.68	0.83	2 586
Sb	200.00	0.20	2.84	5.18	1.83	2 759	1.99	1.25	0.63	2 527
Bi	93.30	0.17	0.88	2.02	2.30	2 759	0.69	0.25	0.36	2 573
Pb	1 179.00	0.80	68.87	79.75	1.16	2 759	48.95	22.79	0.47	2 455
Sn	320.00	0.20	8.85	15.64	1.77	2 759	5.19	1.73	0.33	2 372
Cu	598.70	1.70	57.98	46.87	0.81	2 759	51.26	30.52	0.60	2 637
Ag	10 167.00	21.00	400.34	600.38	1.50	2 759	271.00	174.60	0.64	2 490
Zn	4 000.00	9.20	229.60	229.89	1.00	2 759	174.16	90.69	0.52	2 499
Mo	92.00	0.10	4.11	5.97	1.45	2 759	2.38	1.74	0.73	2 377
W	109.10	0.00	2.61	2.51	0.96	2 759	2.44	0.97	0.40	2 696
Au	58.65	0.33	2.07	4.71	2.27	730	1.31	0.77	0.59	663
Rb <sub>2</sub> O	483.00	23.70	142.14	63.18	0.44	730	140.61	59.74	0.43	726
BeO	21.50	0.90	6.26	1.90	0.30	730	6.16	1.63	0.26	720
Li <sub>2</sub> O	316.00	31.40	117.06	42.33	0.36	730	113.18	35.66	0.32	710
Cs <sub>2</sub> O	20.40	2.01	7.34	1.96	0.27	730	7.27	1.78	0.25	724

注：Au、Ag 元素含量单位为  $10^{-9}$ 。

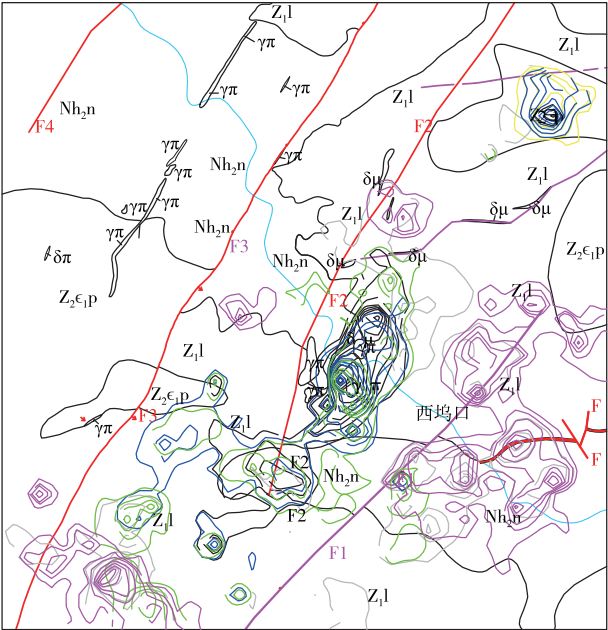


图 2 Sn-Cu-W-Pb-Zn-Bi 元素组合异常

□<sub>60N</sub>—西阳山组；□<sub>20N</sub>—皮园村组；□<sub>1</sub>—蓝田组；□<sub>Nh2n</sub>—南沱组；  
□<sub>Nh1n</sub>—休宁组；□<sub>γπ</sub>—花岗斑岩；□<sub>δμ</sub>—闪长玢岩；—地质界线；  
—F1—构造线；—Bi 元素等值线；—Cu 元素等值线；  
—Pb 元素等值线；—Sn 元素等值线；—W 元素等值线；  
—Zn 元素等值线

找矿效果。

4 结 论

(1)在西坞口地区找矿过程中,地面高精度磁测

工作中发现磁异常 4 个,异常形态基本围绕岩体和构造分布,磁异常对寻找含矿构造及岩体起到了良好的效果。

(2)通过区内元素地球化学分析认为,通常  $W > 14 \times 10^{-6}$ ,  $Sn > 100 \times 10^{-6}$ ,并伴有 Cu 异常时,则异常中心部位与锡钨矿体对应较好。异常强度较高的锡异常  $Sn > 110 \times 10^{-6}$ ,则只对应单矿种的锡矿体。

(3)高精度磁测结合地球化学元素分析,在区内寻找铜锡矿具有显著效果。

参 考 文 献

[1] 钱辉,邓佳良,汪雅菲,等.皖南泾县阳皮坑地区土壤地球化学异常特征与找矿潜力浅析[J].安徽地质,2019,35(4):260-264.  
[2] 兰学毅,陶龙,安明.安徽省矿产资源潜力评价重磁资料应用研究[M].武汉:中国地质大学出版社,2017.  
[3] 范正国,黄旭钊,熊盛青,等.磁测资料应用技术要求[M].北京:地质出版社,2010.  
[4] 葛志广,宋俊杰.高精度磁法数据网格化方法的选取[J].工程地球物理学报,2010,7(2):169-172.  
[5] 兰学毅,周存亭,张宝松.皖南花岗岩重磁场特征及其圈定方法[J].资源调查与环境,2012,33(3):158-162.  
[6] 吴维平,李文庆,刘春,等.安徽濉溪后马场花岗岩体地质地球化学特征[J].矿物学报,2013(S2):63-63.

(收稿日期 2024-01-10)